M871

Modbus Protokoll Handbuch

M871

Messcenter und Störschreiber

Publication Reference: M871M/DE/M/C

M871M/DE/M/C © 2011. ALSTOM, the ALSTOM logo and any alternative version thereof are trademarks and service marks of ALSTOM. The other names mentioned, registered or not, are the property of their respective companies. The technical and other data contained in this document is provided for information only. Neither ALSTOM, its officers or employees accept responsibility for, or should be taken as making any representation or warranty (whether express or implied), as to the accuracy or completeness of such data or the achievement of any projected performance criteria where these are indicated. ALSTOM reserves the right to revise or change this data at any time without further notice.

GRID

ALSTOM

INHALT

1.1 Beschreibung 8

1.2 Modbus-Adresse 8

1.3 Transaktions-Timing 8

1.4 Datenformat 9

1.4.1 M871 Modbus-Registerzuweisungen 11

1.4.2 Modbus Kalkulationstyp-Kodes 17

1.5 Konfiguration 19

1.5.1 Einstellung der CT und VT Übersetzungsverhältnisse 19

1.5.2 Einstellung des Maßstabfaktors für Strom und Spannung 19

1.5.3 Zurücksetzen (Reset) von Energie und Bedarf (Demand) und Triggering von Schreibern 21

1.5.4 Kennzeichnungs-Register 21

1.5.5 VA Kalkulationstyp-Register 21

1.6 Umwandlung von Daten in Technische Einheiten 22

1.7 Registersätze und Registertypen 23

1.8 Gesundheitscheck (Health Check) 23

1.9 Diagnosestatus-LED 27

1.10 Herzschlag-Zustandszähler (Heartbeat State Counter) 27

1.11 Messgerät-ID-Register (Meter) 27

2.1 Einführung 28

2.2 MODBUS RTU Message Framing (Nachrichtenrahmung) 28

2.3 MODBUS RTU Message Content (Nachrichteninhalt) 28

2.4 MODBUS Funktionskodes 29

2.5 MODBUS Ausnahmekodes (Exception Codes) 29

2.6 Unterstützte MODBUS-Befehle 29

2.6.1 Holding-Register lesen (Funktionskode 03) 30

2.6.2 Vorwahl Single Register (Funktionskode 06) 31

2.6.3 Vorwahl Multiple Register (Funktionskode 16) 31

3.1 IP-Addressierung 32

4.1 Spezifikationen 33

4.2 Alstom Grid Standard 34

4.2.1 Alstom Grid Kompatibilitätsmodus 35

4.3 Basis-Dateitransfer 35

4.4 Dateitransfer-Konfiguration 36

4.4.1 Modbus-Dateisystem 36

4.4.2 Modbus-Verzeichnis 37

4.4.3 Downloads 37

4.4.4 Löschen einer Datei 38

4.5 Dateitransfer-Konfigurationsmodi 39

4.5.1 Alstom Grid Modus 39

4.5.2 Alstom Grid Modus – Automatisches Löschen Deaktiviert 39

4.5.3 Manueller Dateitransfermodus – Löschen Deaktiviert 40

4.5.4 Manueller Dateitransfermodus – Automatisches Löschen 40

4.5.5 Manueller Dateitransfer und Löschen-Modus 40

FIRMWARE REVISIONEN

Firmware-Nummer:						
Beschreibung	Bios Version	DSP Firmware	Host Firmware	Konfigurator	Utilities CD	Release Datum
M870 Familie						
M871 Erste Freigabe	2.1	v1.040	v1.070	2.02	2.01	5/14/02
M871 Aktualisierte Freigabe	“	“	v1.090	2.05	2.04	5/30/02
M871 Aktualisierte Freigabe	“	“	“	2.07	2.09	8/14/02

ZERTIFIZIERUNG

Alstom Grid bescheinigt, dass die Kalibrierung unserer Produkte auf Messungen mittels Ausrüstung basiert, deren Kalibrierung zu NIST (National Institute of Standards) in den USA zurückverfolgbar ist.

INSTALLATION UND WARTUNG

Alstom Grid Produkte sind für leichte Installation und Wartung konstruiert. Wie bei anderen Produkten dieser Ausführung besteht bei Installations- und Wartungsarbeiten die Gefahr spannungsführender Teile.Installations- und Wartungsarbeiten sollten deshalb nur durch fachlich ausgebildetes und qualifiziertes Personal durchgeführt werden. Sollte die Ausrüstung in einer Art und Weise verwendet werden, die nicht durch Alstom Grid spezifiziert ist, kann der Berührungsschutz beeinträchtigt werden.

SUPPORT

Zwecks Unterstützung bitte Alstom Grid unter folgender Adresse kontaktieren:

Worldwide Contact Centre

http://www.alstom.com/grid/contactcentre/

Tél : +44 (0) 1785 250 070

COPYRIGHT-HINWEIS

Diese Handbuch besitzt Copyright-Rechte und alle Rechte sind vorbehalten. Verteilung und Vertrieb dieses Handbuchs dienen der Verwendung durch den originalen Käufer oder seinen Vertreter. Dieses Dokument darf nicht, ganz oder teilweise, kopiert, fotokopiert, reproduziert, übersetzt oder auf jegliche elektronischen Medien oder maschinenlesbaren Formen übertragen werden, ohne die vorherige Zustimmung von Alstom Grid zu erhalten, außer für die Verwendung durch den originalen Käufer.

Das in diesem Handbuch beschriebene Produkt beinhaltet Hardware und Software, die durch Copyright-Rechte geschützt ist, die sich im Besitz von einer oder mehrerer der folgenden Entitäten befinden:

Bitronics LLC, 261 Brodhead Road, Bethlehem, PA 18017;
VentureCom, Inc., Five Cambridge Center, Cambridge, MA 02142;
SISCO, Inc., 6605 192 Mile Road, Sterling Heights, MI 48314-1408;
General Software, Inc., Box 2571, Redmond, WA 98073;
Schneider Automation, Inc., One Hoch Street, North Andover, MA 01845;
Triangle MicroWorks, Inc., 2213 Middlefield Court, Raleigh, NC 27615
Greenleaf Software Inc., Brandywine Place, Suite 100, 710 East Park Blvd, Plano, TX 75074

WARENZEICHEN

Die folgenden sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der Alstom Grid, :

Alstom Grid das Alstom Grid-Logo

Die folgenden sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der DNP User's Group:

DNP DNP3

Die folgenden sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen des Electric Power Research Institute (EPRI):

UCA

Die folgenden sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der Schneider Automation, Inc.:

MODSOFT Modicon Modbus Plus Modbus Compact 984 PLC

Die folgenden sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der VentureCom, Inc.:

Phar Lap das Phar Lap Logo

Die folgenden sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen von Systems Integration Specialists Company, Inc. (SISCO):

SISCO MMS-EASE Lite AX-S4MMS

Die folgenden sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen von General Software, Inc.:

General Software das GS Logo EMBEDDED BIOS Embedded DOS

Die folgenden sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der PCI Industrial Computer Manufacturers Group:

CompactPCI PICMG das CompactPCI Logo das PICMG Logo

SICHERHEITSABSCHNITT

Dieser Sicherheitsabschnitt muss vor Beginn jeglicher Arbeiten an den Geräten durchgelesen werden.

Gesundheit und Arbeitssicherheit

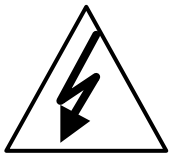
Die Informationen des Sicherheitsabschnittes der Produktdokumentation sind für die Gewährleistung einer ordnungsgemäßen Installation der Produkte sowie eines entsprechenden Umgangs mit ihnen gedacht, damit sie in einem sicheren Zustand bewahrt werden. Es wird vorausgesetzt, dass jeder, der mit den Geräten in Berührung kommt, mit dem Inhalt des Sicherheitsabschnittes vertraut ist.

Erläuterung der Symbole und Schilder

Die Bedeutung der Symbole und Schilder, die auf der Ausrüstung oder in der Produktdokumentation benutzt werden, ist nachfolgend angegeben:

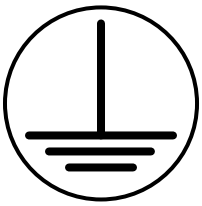
Vorsicht:

siehe Produktdokumentation

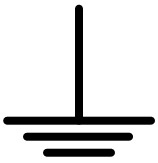


Achtung:

Stromschlag-Gefahr



Schutz-/Sicherheitserdungsklemme *



Klemme für Erdungsfunktion

Installation, Inbetriebnahme und Wartung

Geräteanschlüsse

Personal, welches Installations-, Inbetriebnahme- oder Wartungsarbeiten an diesen Geräten ausführt, muss sich über die korrekten Arbeitsverfahren zur Gewährleistung der Sicherheit bewusst sein. Vor Installation, Inbetriebnahme oder Wartung der Betriebsmittel muss die Produktdokumentation zu Rate gezogen werden.

Freiliegende Klemmen können während der Installation, Inbetriebnahme und Wartung gefährliche Spannungen führen, wenn die Betriebsmittel nicht elektrisch getrennt wurden.

Ist ein ungehinderter Zugang zur Ausrüstung möglich, ist Vorsicht für alle Personen geboten, um Gefahren durch Elektroschlag zu vermeiden.

Spannungs- und Stromanschlüsse müssen mit isolierten Crimp-Kabelschuhen hergestellt werden, um die Sicherheitsanforderungen an die Klemmenblockisolation zu erfüllen. Zum ordnungsgemäßen Anschluss der Leiter müssen die richtigen Crimp-Kabelschuhe und Werkzeuge für die entsprechende Leitergröße verwendet werden.

Vor dem Einschalten der Geräte müssen diese mit der Schutzerdungsklemme oder einem geeigneten Anschluss des Versorgungssteckers bei Geräten mit Stecker geerdet werden. Das Unterlassen oder die Trennung der Geräteerdung kann Sicherheitsrisiken verursachen.

Die empfohlene Mindesterdleitergröße beträgt 2,5 mm^2 (Nr. 12 AWG), wenn keine anderen Angaben im Abschnitt “Technische Daten” der Produktdokumentationen angegeben ist.

Vor Stromversorgung der Geräte und Ausrüstung müssen folgende Dinge überprüft werden:

1. Spannungsnennwert und Polarität;
2. Stromwandlerkreisbemessung und ordnungsgemäß ausgeführte Anschlüsse;
3. Bemessung der Schutzsicherung
4. Ordnungsgemäße Ausführung des Erdanschlusses (sofern zutreffend).
5. Ausrüstungsbetriebsbedingungen

Diese Geräte müssen innerhalb der vorgegebenen elektrischen Grenzwerte und Umgebungsbedingungen betrieben werden.

Stromwandlerkreise

Öffnen Sie keinesfalls den Sekundärkreis eines stromführenden Stromwandlers, da die erzeugte Hochspannung lebensgefährlich sein und die Isolation beschädigen könnte.

Externe Widerstände

Sollten externe Widerstände mit Relais verbunden sein, kann dies bei Berührung zu Elektroschlag oder Verbrennungen führen.

Batterieaustausch

Wenn interne Batterien eingebaut sind, müssen diese durch den empfohlenen Typ ersetzt und mit der richtigen Polarität eingebaut werden, um mögliche Schäden am Gerät zu vermeiden.

Isolationsprüfung und dielektrische Prüfung

Nach einer Isolationsprüfung können Kondensatoren mit einer gefährlichen Spannung aufgeladen bleiben. Am Ende jedes Teils der Prüfung muss die Spannung allmählich auf Null heruntergefahren werden, damit die Kondensatoren vor Abklemmen der Prüfverdrahtung entladen werden.

Ausbau und Einbau von Modulen

Alle aktiven Schaltungen des M871 sind auf entfernbaren Modulen angeordnet. Außer wenn ein Modul speziell für einen Austausch im Betrieb vorgesehen ist "Hot Swap" (siehe Dokumentation), dürfen Module nicht während angelegter Spannung/Strom eingesetzt oder ausgebaut werden, dies kann ansonsten zu Schäden führen. "Hot-Swap-Module" dürfen bei angelegter Spannung und Strom ein- und ausgebaut werden. Siehe entsprechenden Abschnitt oder Handbuch zur Bestimmung, ob das entsprechende Modul kompatibel zu "Hot Swap" ist. **Bei allen anderen Modulen muss die Stromversorgung vor dem Einbau oder Ausbau jeglicher Module getrennt werden.**

Alle gefährlichen Spannungen MÜSSEN vom M871 getrennt werden, bevor das Stromversorgungsmodul oder Signaleingangsmodul ein- oder ausgebaut wird.

Alle Anschlüsse zu einem Modul müssen vor dem Ausbau des Moduls entfernt werden. Bei angeschlossenen Signalen darf kein Modul installiert werden.

Glasfaserkommunikation

Sollten Glasfaserkommunikationsgeräte installiert sein, sollten diese nicht direkt mit den Augen betrachtet werden. Optische Leistungsmesser sollten zur Feststellung des Betriebes oder Bestimmung des Signalpegeles des Gerätes verwendet werden.

Außer Betrieb setzen und Entsorgung

1. Außerbetriebsetzung

Der Hilfsversorgungskreis des Relais kann Kondensatoren beinhalten, die über die Stromversorgung oder gegen Erde geschaltet sind. Vor der Außerbetriebsetzung müssen zur Vermeidung elektrischer Schläge oder Gefährdungen durch (??Energien elektrische Durchströmung??) die Kondensatoren nach vollständiger Trennung der Versorgungen vom Relais (beide Pole jeder Gleichstromversorgung) sicher über die externen Klemmen entladen werden.

2. Entsorgung

Es wird empfohlen, dass Verbrennung und Entsorgung in Gewässern vermieden wird. Das Produkt sollte sicher entsorgt werden. Sollten jegliche Produkte Batterien enthalten, müssen diese vor Entsorgung entfernt werden, vermeiden Sie Kurzschlüsse. Spezifische Vorschriften innerhalb des Landes, in dem die Ausrüstung betrieben wird, könnten für die Entsorgung von Lithiumbatterien gelten.

1. MODBUS-SCHNITTSTELLE

1.1 Beschreibung

Das M871 unterstützt das Modbus-Protokoll an drei der seriellen Anschlüsse (P2-P4) am Host-Modul der Frontplatte. Diese Anschlüsse können für RS-232 oder RS-485 konfiguriert werden. Siehe M871 Betriebshandbuch hinsichtlich Hardwaredetails.

Beim Modbus-Netzwerk handelt es sich um die Konfiguration "MASTER" oder "SLAVE", d.h. ein Knoten stellt eine Frage und ein zweiter Knoten antwortet auf eine Frage. Ein KNOTEN ist ein Modbus-Gerät (PLC, Computer, M871, usw.), das mit dem Netzwerk verbunden ist. Jeder SLAVE-KNOTEN besitzt eine ADRESSE im Bereich von 1 bis 247; diese Adresse erlaubt einem MASTER die selektive Anfrage von Daten von einem anderen Gerät. Die Adresse 0 ist eine BROADCAST-ADRESSE, die mit bestimmten MODBUS-Funktionen verwendet werden kann, damit der MASTER alle SLAVE-KNOTEN zur gleichen Zeit adressieren kann. Das M871 antwortet nicht auf BROADCAST-Meldungen.

Die Modbus-Implementierung in das M871 stimmt mit allen Modbus-Standardsezifikationen und Kapazitäten wie maximale Anzahl der Knoten, Distanz, Signalempfindlichkeit usw. überein. Das M871 ist als SLAVE-GERÄT in der Modbus-Struktur klassifiziert. Die Daten, die vom Messgerät verfügbar sind, können über das Modbus-Netzwerk vom angefragten Knoten über den Befehl "READ HOLDING REGISTER" bezogen werden.

1.2 Modbus-Adresse

Anschlüsse P2, P3, und P4 (Ports = P) können als RS-232 oder RS-485 (P1 nur RS-232 und unterstützt nicht Modbus) konfiguriert werden, sie unterstützen Baudraten bis zu 38.400, Die Einstellung der Adresse und Konfiguration der seriellen Anschlüsse kann mit dem M871 Konfigurator durchgeführt werden. Die Standardkonfiguration für die seriellen Anschlüsse lautet:

Standardeinstellungen für seriellen Anschluss					
Anschluss	**Protokoll**	**Parität**	**Baud**	**IED-Adresse**	**Physisches Medium**
P1	ZMODEM/Display/ Log (Protokoll)	Keine	9600		RS-232
P2	DNP 3.0	Keine	9600	1	RS-232
P3	Modbus	Gerade	9600	1	RS-232
P4	ZMODEM/Display/ Log (Protokoll)	Keine	9600		RS-232

1.3 Transaktions-Timing

Das Messgerät führt einen Satz an Kalkulationen ca. jeden Zyklus durch, und führt Kalkulationen für Spannungs- und Strommessungen jeden 1/4 Zyklus durch. Der HOST-CPU-Prozessor dient den Modbus--Anschlüssen mittels Interrupts der entsprechenden seriellen Anschlüsse. Eingehende Meldungen werden analysiert und in ca. 2 ms beantwortet.

1.4 Datenformat

Der M871 beinhaltet einen Satz "Holding Register (Halteregister)" (4XXXX), in die das Messgerät die Werte eingibt, die den vom Messgerät vorgenommenen Messungen entsprechen. Diese "Holding-Register" können durch ein jegliches anderes Gerät im Netzwerk mittels dem Befehl "READ HOLDING REGISTER" (Funktionskode 3) gelesen werden.

Bei der Verwendung von "HOLDING-REGISTER-DATEN" sollte immer das "Health Check Register (Gesundheitscheckregister)" vor der Interpretation von Daten gelesen und geprüft werden, da einige Ausfallmodi fehlerhafte Daten verursachen werden (siehe Abschnitt 1.8). Zwecks Umwandlung der Registerdaten in TECHNISCHE EINHEITEN siehe bitte Abschnitt 1.6. Hinsichtlich Details zum korrekten Befehl und seine Implementierung werden Benutzer auf das M871 Benutzerhandbuch für das spezielle Gerät verwiesen, das die Daten abfragt. Auf den folgenden Seiten sind die Registerzuweisungen für das M871 Modbus-Protokoll aufgelistet. Bitte darauf achten, dass, außer anders angegeben, alle Register "NUR-LESBAR (READ-ONLY)" sind.

1.4.1 M871 Modbus-Registerzuweisungen

M871 Modbus Registerzuweisungen											
Kode	**Modbus-Adresse**		**Inhalte**	**Datum**	**Maßstab**	**Ind**	**Werte/Abhängigkeiten**	**Typ:**	**Min.**	**Max.**	**Schritt**	**Pass**
3	40001		Health 0	T1		Bit-0	DSP Gain Kalk.-Fehler	Daten	0-Norm	1-Fail	1	
						Bit-1	DSP Offset Kalk.-Fehler					
						Bit-2	SIM Gain Kalk.-Fehler					
						Bit-3	SIM Gain Kalk.-Fehler					
						Bit-4	SIM Gain Kalk.-Fehler					
						Bit-5	SIM Verhältnis Prüfsummenfehler					
						Bit-6	Benutzer Verhältnis Prüfsummenfehler					
						Bit-7	Benutzer-Gain Prüfsummenfehler					
						Bit-8	Benutzer Phase Prüfsummenfehler					
						Bit-9	DSP Platine ID Prüfsummenfehler					
						Bit-10	SIM Platine ID Prüfsummenfehler					
						Bit-11	Benutzer TDD Prüfsummenfehler					
						Bit-12	DSP Integrität Prüfsummenfehler					
						Bit-13	DSP Stapelüberlauf					
						Bit-14	CT\VT Skalierfehler					
						Bit-15	Protokoll Konfig.- Fehler					
3	40002		Health 1	T1		Bit-0	Reserviert	Daten	0-Norm	1-Fail	1	
						Bit-1	Reserviert					
						Bit-2	Reserviert					
						Bit-3	Reserviert					
						Bit-4	Reserviert					
						Bit-5	Reserviert					
						Bit-6	Reserviert					
						Bit-7	Reserviert					
						Bit-8	Reserviert					
						Bit-9	Reserviert					
						Bit-10	Reserviert					
						Bit-11	Reserviert					
						Bit-12	Reserviert					
						Bit-13	Reserviert					
						Bit-14	Reserviert					
						Bit-15	Reserviert					
3	40003		Ampere A	T2	Amp Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *10*Amp Maßstab) A	
3	40004		Ampere B	T2	Amp Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *10*Amp Maßstab) A	
3	40005		Ampere C	T2	Amp Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *10*Amp Maßstab) A	
3	40006		Ampere N	T3	Amp Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *10*Amp Maßstab) A	

M871 Modbus Registerzuweisungen												
Kode	Modbus-Adresse		Inhalte	Datum	Maßstab	Ind	Werte/Abhängigkeiten	Typ:	Min.	Max.	Schritt	Pass
3	40007		Ampere Rest	T3	Amp Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *10*Amp Maßstab) A	
3	40008		Volt A	T4	Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *150*Volt Maßstab) V	
3	40009		Volt B	T4	Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *150*Volt Maßstab) V	
3	40010		Volt C	T4	Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *150*Volt Maßstab) V	
3	40011		Volt N	T4	Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *150*Volt Maßstab) V	
3	40012		Volt AB	T4	Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *150*Volt Maßstab) V	
3	40013		Volt BC	T4	Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *150*Volt Maßstab) V	
3	40014		Volt CA	T4	Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *150*Volt Maßstab) V	
3	40015		Volt A Bus2	T4	Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *150*Volt Maßstab) V	
3	40016		Volt B Bus2	T4	Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *150*Volt Maßstab) V	
3	40017		Volt C Bus2	T4	Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *150*Volt Maßstab) V	
3	40018		Volt N Bus2	T4	Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *150*Volt Maßstab) V	
3	40019		Volt AB Bus2	T4	Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *150*Volt Maßstab) V	
3	40020		Volt BC Bus2	T4	Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *150*Volt Maßstab) V	
3	40021		Volt BC Bus2	T4	Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *150*Volt Maßstab) V	
3	40022		Watt A	T5	Amp Maßstab * Volt Maßstab			Daten	-32768	32767	((1/32768) *1500*Amp Maßstab * Volt Maßstab) W	
3	40023		Watt B	T5	Amp Maßstab * Volt Maßstab			Daten	-32768	32767	((1/32768) *1500*Amp Maßstab * Volt Maßstab) W	
3	40024		Watt C	T5	Amp Maßstab * Volt Maßstab			Daten	-32768	32767	((1/32768) *1500*Amp Maßstab * Volt Maßstab) W	
3	40025		Watt Total	T6	Amp Maßstab * Volt Maßstab			Daten	-32768	32767	((1/32768) *1500*Amp Maßstab * Volt Maßstab) W	
3	40026		VARs A	T5	Amp Maßstab * Volt Maßstab			Daten	-32768	32767	((1/32768) *1500*Amp Maßstab * Volt Maßstab) vars	
3	40027		VARs B	T5	Amp Maßstab * Volt Maßstab			Daten	-32768	32767	((1/32768) *1500*Amp Maßstab * Volt Maßstab) vars	
3	40028		VARs C	T5	Amp Maßstab * Volt Maßstab			Daten	-32768	32767	((1/32768) *1500*Amp Maßstab * Volt Maßstab) vars	
3	40029		VARs Total	T6	Amp Maßstab * Volt Maßstab			Daten	-32768	32767	((1/32768) *1500*Amp Maßstab * Volt Maßstab) vars	
3	40030		VAs A	T5	Amp Maßstab * Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *1500*Amp Maßstab * Volt Maßstab) Vas	
3	40031		VAs B	T5	Amp Maßstab * Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *1500*Amp Maßstab * Volt Maßstab) Vas	
3	40032		VAs C	T5	Amp Maßstab * Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *1500*Amp Maßstab * Volt Maßstab) Vas	
3	40033		VAs Gesamtgeometrie	T6	Amp Maßstab * Volt Maßstab			Daten	0	32767	((1/32768) *1500*Amp Maßstab * Volt Maßstab) Vas	

M871 Modbus Registerzuweisungen												
Kode	**Modbus-Adresse**		**Inhalte**	**Datum**	**Maßstab**	**Ind**	**Werte/Abhängigkeiten**	**Typ:**	**Min.**	**Max.**	**Schritt**	**Pass**
3	40034		Leistungsfaktor A	T7				Daten	-1000	1000	0,001	
3	40035		Leistungsfaktor B	T7				Daten	-1000	1000	0,001	
3	40036		Leistungsfaktor C	T7				Daten	-1000	1000	0,001	
3	40037		Leistungsfaktor Gesamtgeometrie	T7				Daten	-1000	1000	0,001	
3	40038		Frequenz Volt A	T8				Daten	2000	8000	0,01 Hz	
3	40039		Frequenz Volt B	T8				Daten	2000	8000	0,01 Hz	
3	40040		Frequenz Volt C	T8				Daten	2000	8000	0,01 Hz	
3	40041		Frequenz Volt A Bus2	T8				Daten	2000	8000	0,01 Hz	
3	40042		Frequenz Volt B Bus2	T8				Daten	2000	8000	0,01 Hz	
3	40043		Frequenz Volt C Bus2	T8				Daten	2000	8000	0,01 Hz	
3	40044		System-Frequenz	T8				Daten	2000	8000	0,01 Hz	
3	40045		Phasenwinkel Volt A Bus1-Bus2	T9				Daten	-1800	1800	0,1 Grad	
3	40046		Phasenwinkel Volt B Bus1-Bus2	T9				Daten	-1800	1800	0,1 Grad	
3	40047		Phasenwinkel Volt C Bus1-Bus2	T9				Daten	-1800	1800	0,1 Grad	
3	40048		Phasenwinkel Ampere A Harmonische 1	T9				Daten	-1800	1800	0,1 Grad	
3	40049		Phasenwinkel Ampere B Harmonische 1	T9				Daten	-1800	1800	0,1 Grad	
3	40050		Phasenwinkel Ampere C Harmonische 1	T9				Daten	-1800	1800	0,1 Grad	
3	40051		Phasenwinkel Volt A Harmonische 1	T9				Daten	-1800	1800	0,1 Grad	
3	40052		Phasenwinkel Volt B Harmonische 1	T9				Daten	-1800	1800	0,1 Grad	
3	40053		Phasenwinkel Volt C Harmonische 1	T9				Daten	-1800	1800	0,1 Grad	
3,6,16	40054		VA/PF Kalk. Typ	T1		1	Arithmetik	Einstellung	1	4	1	
						2	Geometrie					
						3	3 Element (L-N)					
						4	2 Element (L-N)					
3	40055		Messgerättyp	T1		402	M871 Registersatz	Daten	402	400	0	
3,6,16	40056		Volt Maßstabfaktor	T10				Einstellung	1000	9999	1	
3,6,16	40057		Volt Maßstabfaktor-Teiler	T11				Einstellung	1	1000	Mit 10 multiplizieren (gültige Werte sind 1,10,100,1000)	
3,6,16	40058		Amp Maßstabfaktor	T10				Einstellung	1000	9999	1	

M871 Modbus Registerzuweisungen												
Kode	Modbus-Adresse		Inhalte	Datum	Maßstab	Ind	Werte/Abhängigkeiten	Typ:	Min.	Max.	Schritt	Pass
3,6,16	40059		Amp Maßstabfaktor-Teiler	T11				Einstellung	1	1000	Mit 10 multiplizieren (gültige Werte sind 1,10,100,1000)	
3,6,16	40060		Xfmr Verhältnis Volt A	T10				Einstellung	1000	9999	1	
3,6,16	40061		Xfmr Verhältnisteiler Volt A	T11				Einstellung	1	1000	Mit 10 multiplizieren (gültige Werte sind 1,10,100,1000)	
3,6,16	40062		Xfmr Verhältnis Volt B	T10				Einstellung	1000	9999	1	
3,6,16	40063		Xfmr Verhältnisteiler Volt B	T11				Einstellung	1	1000	Mit 10 multiplizieren (gültige Werte sind 1,10,100,1000)	
3,6,16	40064		Xfmr Verhältnis Volt C	T10				Einstellung	1000	9999	1	
3,6,16	40065		Xfmr Verhältnisteiler Volt C	T11				Einstellung	1	1000	Mit 10 multiplizieren (gültige Werte sind 1,10,100,1000)	
3,6,16	40066		Xfmr Verhältnis Volt N	T10				Einstellung	1000	9999	1	
3,6,16	40067		Xfmr Verhältnisteiler Volt N	T11				Einstellung	1	1000	Mit 10 multiplizieren (gültige Werte sind 1,10,100,1000)	
3,6,16	40068		Xfmr Verhältnis Volt A Bus2	T10				Einstellung	1000	9999	1	
3,6,16	40069		Xfmr Verhältnisteiler Volt A Bus2	T11				Einstellung	1	1000	Mit 10 multiplizieren (gültige Werte sind 1,10,100,1000)	
3,6,16	40070		Xfmr Verhältnis Volt B Bus2	T10				Einstellung	1000	9999	1	
3,6,16	40071		Xfmr Verhältnisteiler Volt B Bus2	T11				Einstellung	1	1000	Mit 10 multiplizieren (gültige Werte sind 1,10,100,1000)	
3,6,16	40072		Xfmr Verhältnis Volt C Bus2	T10				Einstellung	1000	9999	1	
3,6,16	40073		Xfmr Verhältnisteiler Volt C Bus2	T11				Einstellung	1	1000	Mit 10 multiplizieren (gültige Werte sind 1,10,100,1000)	
3,6,16	40074		Xfmr Verhältnis Volt N Bus2	T10				Einstellung	1000	9999	1	
3,6,16	40075		Xfmr Verhältnisteiler Volt N Bus2	T11				Einstellung	1	1000	Mit 10 multiplizieren (gültige Werte sind 1,10,100,1000)	
3,6,16	40076		Xfmr Verhältnis Ampere A	T10				Einstellung	1000	9999	1	
3,6,16	40077		Xfmr Verhältnisteiler Ampere A	T11				Einstellung	1	1000	Mit 10 multiplizieren (gültige Werte sind 1,10,100,1000)	
3,6,16	40078		Xfmr Verhältnis Ampere B	T10				Einstellung	1000	9999	1	
3,6,16	40079		Xfmr Verhältnisteiler Ampere B	T11				Einstellung	1	1000	Mit 10 multiplizieren (gültige Werte sind 1,10,100,1000)	
3,6,16	40080		Xfmr Verhältnis Ampere C	T10				Einstellung	1000	9999	1	

M871 Modbus Registerzuweisungen												
Kode	**Modbus-Adresse**		**Inhalte**	**Datum**	**Maßstab**	**Ind**	**Werte/Abhängigkeiten**	**Typ:**	**Min.**	**Max.**	**Schritt**	**Pass**
3,6,16	40081		Xfmr Verhältnisteiler Ampere C	T11				Einstellung	1	1000	Mit 10 multiplizieren (gültige Werte sind 1,10,100,1000)	
3,6,16	40082		Xfmr Verhältnis Ampere N	T10				Einstellung	1000	9999	1	
3,6,16	40083		Xfmr Verhältnisteiler Ampere N	T11				Einstellung	1	1000	Mit 10 multiplizieren (gültige Werte sind 1,10,100,1000)	
3,6,16	40084		Benutzer-Gain Volt A	T12				Einstellung	-32768	32767	1/16384	
3,6,16	40085		Benutzer-Gain Volt B	T12				Einstellung	-32768	32767	1/16384	
3,6,16	40086		Benutzer-Gain Volt C	T12				Einstellung	-32768	32767	1/16384	
3,6,16	40087		Benutzer-Gain Volt N	T12				Einstellung	-32768	32767	1/16384	
3,6,16	40088		Benutzer-Gain Volt A Bus2	T12				Einstellung	-32768	32767	1/16384	
3,6,16	40089		Benutzer-Gain Volt B Bus2	T12				Einstellung	-32768	32767	1/16384	
3,6,16	40090		Benutzer-Gain Volt C Bus2	T12				Einstellung	-32768	32767	1/16384	
3,6,16	40091		Benutzer-Gain Volt N Bus2	T12				Einstellung	-32768	32767	1/16384	
3,6,16	40092		Benutzer-Gain Ampere A	T12				Einstellung	-32768	32767	1/16384	
3,6,16	40093		Benutzer-Gain Ampere B	T12				Einstellung	-32768	32767	1/16384	
3,6,16	40094		Benutzer-Gain Ampere C	T12				Einstellung	-32768	32767	1/16384	
3,6,16	40095		Benutzer-Gain Ampere N	T12				Einstellung	-32768	32767	1/16384	
3,6,16	40096		Benutzer Phasenkorrektur Volt A	T8				Einstellung	-18000	18000	0,01 Grad	
3,6,16	40097		Benutzer Phasenkorrektur Volt B	T8				Einstellung	-18000	18000	0,01 Grad	
3,6,16	40098		Benutzer Phasenkorrektur Volt C	T8				Einstellung	-18000	18000	0,01 Grad	
3,6,16	40099		Benutzer Phasenkorrektur Volt N	T8				Einstellung	-18000	18000	0,01 Grad	

M871 Modbus Registerzuweisungen												
Kode	Modbus-Adresse		Inhalte	Datum	Maßstab	Ind	Werte/Abhängigkeiten	Typ:	Min.	Max.	Schritt	Pass
3,6,16	40100		Benutzer Phasenkorrektur Volt A Bus2	T8				Einstellung	-18000	18000	0,01 Grad	
3,6,16	40101		Benutzer Phasenkorrektur Volt B Bus2	T8				Einstellung	-18000	18000	0,01 Grad	
3,6,16	40102		Benutzer Phasenkorrektur Volt C Bus2	T8				Einstellung	-18000	18000	0,01 Grad	
3,6,16	40103		Benutzer Phasenkorrektur Volt N Bus2	T8				Einstellung	-18000	18000	0,01 Grad	
3,6,16	40104		Benutzer Phasenkorrektur Ampere A	T8				Einstellung	-18000	18000	0,01 Grad	
3,6,16	40105		Benutzer Phasenkorrektur Ampere B	T8				Einstellung	-18000	18000	0,01 Grad	
3,6,16	40106		Benutzer Phasenkorrektur Ampere C	T8				Einstellung	-18000	18000	0,01 Grad	
3,6,16	40107		Benutzer Phasenkorrektur Ampere N	T8				Einstellung	-18000	18000	0,01 Grad	

1.4.2 Modbus Kalkulationstyp-Kodes

Typ	Wert / Bit-Maske	Beschreibung
T1		16-Bit Ganzzahl ohne Vorzeichen
T2		16-Bit Ganzzahl mit Vorzeichen . 2`S Komplement – Sättigung 10
		Float-Wert = ((Ganzzahlwert) / 32768) * Maßstab * 10)
		Beispiel: 5.0 A gespeichert als 16384 bei Ampere-Maßstab = 1:1
T3		16-Bit Ganzzahl mit Vorzeichen . 2`S Komplement – Sättigung 15
		Float-Wert = ((Ganzzahlwert) / 32768) * Maßstab * 15)
		Beispiel: 150 A gespeichert als 16384 bei Ampere-Maßstab = 20:1
T4		16-Bit Ganzzahl mit Vorzeichen . 2`S Komplement – Sättigung 150
		Float-Wert = ((Ganzzahlwert) / 32768) * Maßstab * 150)
		Beispiel: 119.998 V gespeichert als 26214 bei Volt-Maßstab = 1:1
T5		16-Bit Ganzzahl mit Vorzeichen . 2`S Komplement – Sättigung 1500
		Float-Wert = ((Ganzzahlwert) / 32768) * Maßstab * 1500)
		Beispiel: -750,0 W gespeichert als -16384 bei Volt-Maßstab = 1:1, Ampere-Maßstab 1:1
T6		16-Bit Ganzzahl mit Vorzeichen . 2`S Komplement – Sättigung 4500
		Float-Wert = ((Ganzzahlwert) / 32768) * Maßstab * 4500)
		Beispiel: -90,0 kW gespeichert als -8192 bei Volt-Maßstab = 20:1, Ampere-Maßstab 4:1
T7		16-Bit Ganzzahl mit Vorzeichen . 2`S Komplement – -3 Dezimalstellen
		Beispiel: -12.345 gespeichert als -12345
T8		16-Bit Ganzzahl mit Vorzeichen . 2`S Komplement – -2 Dezimalstellen
		Beispiel: 12345 gespeichert als 12345
T9		16-Bit Ganzzahl mit Vorzeichen . 2`S Komplement –-1 Dezimalstelle
		Beispiel: 12345 gespeichert als 12345
T10		16-Bit Ganzzahl ohne Vorzeichen - Normalisiertes Verhältnis
		Verhältnis = (Normalisiertes Verhältnis / Verhältnisteiler)
		Beispiel: 1.234, 12.34, 123.4, und 1234 sind alle als 1234 gespeichert
T11		16-Bit Ganzzahl ohne Vorzeichen - Verhältnisteiler
		Verhältnis = (Normalisiertes Verhältnis / Verhältnisteiler); gültige Verhältnisteiler sind 1,10,100,1000
		Beispiel: X.XXX gespeichert als 1000, XX.XX gespeichert als 100, XXX.X gespeichert als 10
T12		16-Bit mit Vorzeichen . 2`S Komplement – Sättigung 2
		Gain-Wert = Ganzzahlwert /16384)
		Beispiel: -0,250 gespeichert als -4096
T13		16-Bit Ganzzahl ohne Vorzeichen – 12-Bit Offset-Binär – Sättigung 10
		Float-Wert = ((Ganzzahlwert - 2047) / (2048)) * Maßstab * 10
		Beispiel: 5.0 A gespeichert als 3071 bei Ampere-Maßstab = 1:1
T14		16-Bit Ganzzahl ohne Vorzeichen – 12-Bit Offset-Binär – Sättigung 150
		Float-Wert = ((Ganzzahlwert - 2047) / (2048)) * Maßstab * 150
		Beispiel: 119.97 V gespeichert als 3685 bei Volt-Maßstab = 1:1
T15		16-Bit Ganzzahl ohne Vorzeichen – 12-Bit Offset-Binär – Sättigung 1000
		Float-Wert = ((Ganzzahlwert - 2047) / (2048)) * Maßstab * 1000
		Beispiel: -500 W gespeichert als 1023 bei Volt-Maßstab = 1:1, Ampere-Maßstab 1:1
T16		16-Bit Ganzzahl ohne Vorzeichen – 12-Bit Offset-Binär – Sättigung 3000
		Float-Wert = ((Ganzzahlwert - 2047) / (2048)) * Maßstab * 3000
		Beispiel: 349.10 kW gespeichert als 3040 bei Volt-Maßstab = 6:1, Ampere-Maßstab 40:1

Typ	Wert / Bit-Maske	Beschreibung
T17		16-Bit Ganzzahl ohne Vorzeichen – 12-Bit Offset-Binär – Sättigung 15
		Float-Wert = ((Ganzzahlwert - 2047) / (2048)) * Maßstab * 15
		Beispiel: 11.79 A gespeichert als 2369 bei Ampere-Maßstab = 5:1
T18		16-Bit Ganzzahl ohne Vorzeichen – 12-Bit Offset-Binär – 1 Dezimalstelle
		Float-Wert = ((Ganzzahlwert - 2047) / (10))
		Beispiel: 121.4 gespeichert als 3261
T19		16-Bit Ganzzahl ohne Vorzeichen – 12-Bit Offset-Binär -3 Dezimalstellen
		Float-Wert = ((Ganzzahlwert - 2047) / (1000))
		Beispiel: 0,978 Leistungsfaktor gespeichert als 3025
T20		16-Bit Ganzzahl ohne Vorzeichen - Bit-Kontrolle/Status
		0' - gespeichert als Null; '1' – gespeichert als 65536
T21		16-Bit Ganzzahl ohne Vorzeichen - 3 Dezimalstellen
		Beispiel: 54.321 gespeichert als 54321
T22		Bit
		Beispiel: 1-Bit ist gesetzt, 0-Bit ist clear

1.5 Konfiguration

1.5.1 Einstellung der CT und VT Übersetzungsverhältnisse

Das M871 kann CT- und VT-Übersetzungsverhältnisse (im folgenden CT/VT-Verhältnis) intern speichern und wieder aufrufen. Die CT- und VT-Verhältnisse sind in die Register 40060 bis 40083 über den Modbus-Kommunikationsanschluss geschrieben und sind im nicht-flüchtigen Speicher im CT/VT-Modul gespeichert. Jedes Verhältnis ist in zwei Registern gespeichert, das eine für das Normalisierte Verhältnis und das andere für den Verhältnisteiler. Zulässige Konstanten für die normalisierten Verhältnisse betragen 1000 bis 9999. Der Verhältnisteiler darf nur 1, 10, 100 oder 1000 entsprechen. Die gespeicherte Zahl entspricht dem Primärnennwert der Verhältnisse der CT oder VT. Ein CT-Verhältnis 500:5 und ein CT-Verhältnis 100:1 besitzen einen Wert von 100 gespeichert. Zur Kalkulation eines CT- und VT-Verhältnisses für Phase A von den im M871 gespeicherten Daten bitte folgende Gleichung verwenden:

$$Phase\ A\ CT_{RATIO} = \frac{Phase\ A\ CT\ Value\ (40076)}{Phase\ A\ CT\ \ Ratio\ Divisor\ (40077)}$$

$$Phase\ A\ PT_{RATIO} = \frac{Phase\ A\ PT\ Value\ (40060)}{Phase\ A\ PT\ \ Ratio\ Divisor\ (40061)}$$

Das M871 kalkuliert alle gemessenen Quantitäten in **PRIMÄRE EINHEITEN**. Die CT- und VT-Verhältnis Informationen (Register 40060 bis 40083) werden zur Kalkulation dieser Primären Werte verwendet. Damit das M871 in sekundären Einheiten berichtet, muss der Maßstabfaktor entsprechend auf das CT- oder VT-Verhältnis gesetzt werden.

HINWEIS: Der Vollausschlag-Ganzzahlwert von Strom und Spannung, durch das M871 über den Modbus berichtet, kann geändert werden, siehe Abschnitt 1.5.2.

Im Falle eines CT/VT-Verhältnis-Prüfsummenfehlers wird der Wert des Registers des Normalisierten CT-Verhältnisses und Normalisierten VT-Verhältnisses auf den Standardwert 1000 gesetzt, und der Wert im CT-Verhältnisteiler und VT-Verhältnisteiler auf den Standardwert 1000 gesetzt. Dies führt zu einem 1:1 CT-Verhältnis und 1:1 VT-Verhältnis.

WARNUNG : ZUR BEWAHRUNG DER SYSTEMLEISTUNG NUR IN VERHÄLTNISREGISTER SCHREIBEN, WENN DIE VERHÄLTNISSE GEÄNDERT WERDEN MÜSSEN.

1.5.2 Einstellung des Maßstabfaktors für Strom und Spannung

Laut Details in Abschnitt 1.6 entspricht das Datenformat in den M871 Modbus-Registern dem NORMALISIERTEN 2`S KOMPLEMENT Format. Die dargestellten Messungen in diesem Format besitzen nicht die Auflösung der internen M871 Registerwerte. Aufgrund des breiten Dynamikbereichs der Eingänge des M871 ist die Standardganzzahldarstellung des vollständiges Maßstab von Messdaten ein Kompromiss, der für typische Systemsignalpegel bei gleichzeitig vernünftiger Auflösung gewählt wurde. Der maximale dargestellte Ganzzahlwert (oder Vollausschlag) bezieht sich auf einige bestimmte Pegel von Einheiten wie Ampere, Volt, Watt usw.

Der maximale Vollausschlagganzzahlwert von Ampere und Volt im NORMALISIERTEN 2`S KOMPLEMENT Format kann mittels Strommaßstabfaktor und Spannungsmaßstabfaktor ($I_{MAßSTABFAKTOR}$ und $U_{MAßSTABFAKTOR}$) geändert werden, die durch Schreiben in die Register (40056 bis 40059) "Normalisierter Maßstabfaktor" und "Maßstabfaktorteiler" geändert werden. *Diese Werte für Strommaßstab und Spannungsmaßstab sind Multiplikatoren der Standardvollausschlagwerte.*

Zur Umwandlung von Werten in Modbus-Registern zu Technischen Einheiten siehe Abschnitt 1.6. Die Standardvollausschlagwerte für Quantitäten lauten:

Quantität	Standard Vollausschlag
Phasenstrom	10
Nullstrom	15
Spannungen	150
Pro-Phase-Leistung (Watt, VAR, VA)	1500
Gesamtleistung (Watt, VAR, VA)	4500

$$I_{SCALE\ FACTOR} = \frac{Normalized\ Current\ Scale\ Factor\ (40058)}{Current\ Scale\ Factor\ Divisor\ (40059)}$$

$$V_{SCALE\ FACTOR} = \frac{Normalized\ Voltage\ Scale\ Factor\ (40056)}{Voltage\ Scale\ Factor\ Divisor\ (40057)}$$

Die Strom- und Spannungsmaßstabfaktoren werden in die Register 40056 bis 40059 geschrieben und im nicht-flüchtigen Speicher auf der M871 Host-CPU-Platine gespeichert. Jeder Maßstabfaktor ist in zwei Registern gespeichert, der eine für den Normalisierten Maßstabfaktor und der andere für den Maßstabfaktorteiler. Zulässige Konstanten für die normalisierten Maßstabfaktoren betragen 1000 bis 9999. Der Maßstabfaktorteiler darf nur 1, 10, 100 oder 1000 entsprechen.

1.5.2.1 Beispiel einer Maßstabfaktorspannungsmessung

Beispiel: Der Standardvollausschlagwert der Spannung (Register 40008 bis 40021) beträgt 150 Volt, der Standardwert des normalisierten Spannungsmaßstabfaktors (40056) beträgt 1000, und der Standardwert des Spannungsmaßstabfaktorteilers (40057) beträgt 1000. Nehmen Sie ein System mit einem VT-Verhältnis von 1:1 an. Wird gewünscht, die Vollausschlagdarstellung der Spannungen auf 300 Volt zu ändern (z.B. für einen 208 Volt Eingang), so ändern Sie den Wert des normalisierten Spannungsmaßstabfaktors (40056) auf 2000.

$$SPANNUNG\ Phase\ A-B = \frac{Wert}{32768} \times 150 \times \frac{2000}{1000} = 300V$$

Beachten Sie, dass bei $U_{MAßSTABFAKTOR}$ = 2 die von den Leistungsquantitätregistern dargestellten Werte auch gedoppelt werden.

Beachten Sie, dass die Vollausschlag Darstellung der Spannungsmessungen auch geändert wird. Die Skalierung für Leistungsquantitäten kann nicht unabhängig eingestellt werden und wird das Produkt von Spannungs- und Strommaßstabfaktoren sein.

1.5.2.2 Beispiel einer Maßstabfaktorstrommessung

Beispiel: Es handelt sich um ein System mit einem CT 2.000:5 (400:1), es soll der Stromwert von Phase A gemessen werden. Das normalisierte CT-Verhältnis (40060) würde auf 4000 und der CT-Verhältnisteiler (40061) auf 10 gesetzt werden. Bei Standardeinstellungen für den Strommaßstabfaktor würde der maximale Registerwert von "32767" folgendes ergeben:

$$AMPEREs\ Phase\ A = \frac{Wert\ (=32767)}{32768} \times 10 \times \frac{1000}{1000} = 10A$$

In anderen Worten, der Ganzzahlwert für den Strom (in Ampere) würde beim Maximum liegen, bei nur 10A in den primären Leitern des Systems. Zwecks Kompensation muss der Maßstabfaktor $I_{MAßSTABFAKTOR}$ gleich dem CT-Verhältnis $CT_{VERHÄLTNIS}$ gesetzt werden. Der normalisierte Strommaßstabfaktor (40058) würde auf 4000 und der Strommaßstabfaktorteiler (40059) auf 10 gesetzt werden. Sollte der maximale Wert von "32767" zu Register 40003 zurückgegeben werden, wird dieser wie folgt in Ampere umgewandelt:

$$AMPEREs\ Phase\ A = \frac{Value}{32768} \times 10 \times I_{MAßSTABFAKTOR} = \frac{32767}{32768} \times 10 \times \frac{4000}{10} = 4000A$$

Es ist bekannt, dass der maximale Strom in diesem Kreis nicht so hoch ist, und es wird gewünscht, die Vollausschlagdarstellung auf 1.200 Ampere zwecks höherer Auflösung zu setzen, und der normalisierte Strommaßstabfaktor (40058) könnte auf 1200 und der Strommaßstabfaktorteiler (40059) auf 10 gesetzt werden. Der zurückgegebene maximale Wert (32767) würde dann folgendem entsprechen:

$$AMPEREs\ Phase\ A = \frac{Wert\ (= 32767)}{32768} \times 10 \times \frac{1200}{10} = 1200A$$

1.5.3 Zurücksetzen (Reset) von Energie und Bedarf (Demand) und Triggering von Schreibern

Die Register zu Energie und Bedarf (Demand) können durch Schreiben eines "Ungleich-Null-Wertes" in die entsprechenden Holding-Register zurückgesetzt werden. Das Schreiben eines "Ungleich-Null-Wertes" in die Schreiber-Register löst (Triggering) eine Kurvenform- oder Störungsaufzeichnung aus. Alle diese Register sind benutzerdefiniert; sie sind nicht Teil des M871 Standardregistersatzes.

Reset / Triggerfunktionen
Reset Energie
Reset Bedarf Ampere
Reset Bedarf Volt
Reset Bedarf Leistung
Reset Bedarf Oberschwingung
Trigger Kurvenform-Schreiber
Trigger Störschreiber 1
Trigger Störschreiber 2

1.5.4 Kennzeichnungs-Register

Der M871 bietet ein "TAG-Register" zwecks Benutzeridentifikation. Beim diesem Register handelt es sich um ein LESE/SCHREIBE-Register, das dem Benutzer ermöglicht, eine Zahl von 1 bis 65.535 in das Tag-Register zu schreiben.

1.5.5 VA Kalkulationstyp-Register

Der M871 kann zur Verwendung einer der verschiedenen Methoden zur Kalkulation von Gesamt-VAs konfiguriert werden Siehe M871 Benutzerhandbuch zwecks Erklärung der unterschiedlichen Kalkulationstypen. Das VA-Kalkulationstypregister (40054) ist eine LESE/SCHREIBE-Register.

VA-Kalkulationstyp	Registerwert
Arithmetik	1
Geometrie	2
Äquivalent 3-Element (WYE)	3
Äquivalent 2-Element (DELTA)	4

1.6 Umwandlung von Daten in Technische Einheiten

Wie in Abschnitt 1.5 erwähnt, wird die Mehrheit der Daten in einem normalisierten 2`S KOMPLEMENT Format gespeichert. Bei Anzeige dieser Werte an einem anderen Standort kann es wünschenswert sein, dieses Format in Technische Einheiten umzuwandeln. Diese Umwandlung wird mittels folgender einfacher Skalierungsgleichung erreicht:

GRUNDGLEICHUNG FÜR NORMALISIERTE ANALOGEINGÄNGE:

$$Technische - Einheiten = \frac{Wert}{32768} \times Standardvollausschlag_{SEKUNDÄR} \times \frac{NormalisierterMaßstabfaktor}{Maßstabfaktorteiler}$$

Der angegebene **WERT** in den Gleichungen entspricht dem Wert, der in dem Register gespeichert ist, das sie in Technische Einheiten umwandeln möchten. Beispiel: Sie möchten Phase A Ampere in Technische Einheiten umwandeln, der WERT würde dann 40003 entsprechen.

ENERGIE wird als 32-Bit-Wert in statischen COUNTER-Registern gespeichert. Energiewerte sind Einheiten PRIMÄRER kWh oder kVARh.

FREQUENZ wird als einzelner Binärwert gespeichert, dieser entspricht den tatsächlichen Frequenzzeiten 100.

Der **LEISTUNGSFAKTOR** wird als Wert 1000 gespeichert. Negative Leistungsfaktoren geben an, dass die VARs positiv sind. Das Zeichen des Leistungsfaktors ist die Inversion des "Exlusiven-ODER" der Watts und VARs (d.h. bei entweder negativen Watts oder VARs wird der Leistungsfaktor negativ sein).

GLEICHUNGEN für Datenregistersatz:

$$I_{MAßSTABFAKTOR} = \frac{Normalisierter\ Strommaßstabsfaktor\ (40058)}{Strommaßstabfaktorteiler\ (40059)}$$

$$U_{MAßSTABFAKTOR} = \frac{Normalisierter\ Spannungsmaßstabfaktor\ (40046)}{Spannungsmaßstabfaktorteiler\ (40057)}$$

$$AMPERES_{(Inst,\ Bedarf,\ Max)} = \frac{Wert}{32768} \times 10 \times I_{MAßSTABFAKTOR}$$

$$AMPERES_{N\ (Inst,\ Bedarf,\ Max)} = \frac{Wert}{32768} \times 15 \times I_{MAßSTABFAKTOR}$$

$$VOLTs_{(Inst,\ Bedarf,\ Min,\ Max)} = \frac{Wert}{32768} \times 150 \times V_{MAßSTABFAKTOR}$$

$$WATTs\ (VARs)\ (VAs)_{GESAMT\ (Inst,\ Bedarf,\ Max,\ Max)} = \frac{Wert}{32768} \times 4500 \times U_{MAßSTABFAKTOR} \times I_{MAßSTABFAKTOR}$$

$$WATTs\ (VARs)\ (VAs)_{PRO\ PHASE\ (Inst)} = \frac{Wert}{32768} \times 1500 \times U_{MAßSTABFAKTOR} \times I_{MAßSTABFAKTOR}$$

$$kWh\ (kVARh) = \left[Wert_{HOHES-WORT} \times 65536\right] + Wert_{NIEDRIGES-WORT}$$

$$FREQUENZ = \frac{Wert}{100}$$

$$PF = \frac{Wert}{1000}\ (-Nachlauf, +Vorlauf\ )$$

$$PHASENUNTERSCHIED = \frac{Wert}{10}\ (+Leitungsvorlauf - \mathrm{Ref.})$$

Alle Quantitäten werden in Primären Werten berichtet. Damit das M871 in sekundären Einheiten berichtet, muss der Maßstabfaktor entsprechend auf das CT- oder VT-Verhältnis gesetzt werden.

Die oben genannten Gleichungen liefern Antworten in Grundeinheiten (Volt, Amp, Watt, VAR, VA und Hz). Sollte der Benutzer andere Einheiten wünschen, z.B. KILOVOLT, KILOWATT oder KILOVARS, sollte die Antwort der Gleichungen durch 1.000 geteilt werden. Sollte der Benutzer MEGAWATT oder MEGAVAR wünschen, sollte die Antwort der Gleichungen durch 1.000.000 geteilt werden. Energiewerte erfolgen in den Einheiten kWh oder kVARh.

1.7 Registersätze und Registertypen

Das M871 wird mit einen vordefinierten Satz an Registern und Datentypen geliefert. Diese festen Register ändern sich nicht, können aber durch Hinzufügen zusätzlicher Register (und deren Datentyp) aus der Master-Liste vergrößert werden. Die Liste verfügbarer Messungen finden Sie im M871 Benutzerhandbuch. Der M871 Konfigurator wird zur Änderung der Register benötigt.

1.8 Gesundheitscheck (Health Check)

Das M871 besitzt verschiedene eingebaute Selbstprüfungen zur Gewährleistung, dass das Messgerät akkurat funktioniert. Die Ergebnisse dieser Selbstprüfungen sind im Health-Check-Register (Gesundheitscheck) (40001) verfügbar, dabei handelt es sich um einen einfachen 16-Bit-Binärwert. Jeder Bit repräsentiert die Ergebnisse einer bestimmten Selbstprüfung, ein "O" gibt eine bestandene Prüfung an, eine "1" eine durchgefallene Prüfung. Die Definitionen der verschiedenen Selbstprüfungen werden im M871 Benutzerhandbuch beschrieben. Die folgenden Tabellen listen mögliche Fehler auf, die durch Selbstprüfungen festgestellt werden, wie der Fehler angezeigt wird, die Auswirkungen der Fehler und jegliche notwendige Abhilfemaßnahmen.

Selbstprüfung-Bits				
Bit	**Beschreibung**	**Hard-ware**	**Auswirkung**	**Standardwert**
0(LSB)	Werks-Gain-Kalibrierung von Analog-digital Signal-Prozessor-Modul-Prüfsummenfehler.	A10 EEProm	Das Gerät funktioniert weiterhin mittels Standardwerten bei reduzierter Genauigkeit.	A/D Gain = 1
1	Werks-Offset-Kalibrierung von Analog-digital Signal-Prozessor-Modul Prüfsummenfehler.	A10 EEProm	Das Gerät funktioniert weiterhin mittels Standardwerten bei reduzierter Genauigkeit.	A/D Offset = 0
2	Werks-Gain-Kalibrierung von Signaleingangsmodul-Prüfsummenfehler.	S1x EEProm	Das Gerät funktioniert weiterhin mittels Standardwerten bei reduzierter Genauigkeit.	CT/VT Gain = 1
3	Werks-Offset-Kalibrierung von Signaleingangsmodul-Prüfsummenfehler.	S1x EEProm	Das Gerät funktioniert weiterhin mittels Standardwerten bei reduzierter Genauigkeit.	CT/VT Offset = 0
4	Werks-Phasen-Kalibrierung von Signaleingangsmodul-Prüfsummenfehler.	S1x EEProm	Das Gerät funktioniert weiterhin mittels Standardwerten bei reduzierter Genauigkeit.	CT/VT Phase = 0
5	Vom Werk definierte interne Verhältnisse der Signaleingangsmodul-Prüfsummenfehler. (Typ des Signaleingangsmoduls)	S1x EEProm	Das Gerät funktioniert weiterhin. Nimmt –S10 Signaleingangsmoduls an.	Spannungsverhältnis = 60 :1 Stromverhältnis = 14.136 :1
6	Benutzerdefinierter Prüfsummenfehler des externen Transformatorverhältnisses	S1x EEProm	Das Gerät funktioniert weiterhin mittels Standardwerten (d.h. w/o Benutzerverhältnisse).	Benutzer CT = 5:5, VT = 1:1
7	Prüfsummenfehler der Benutzer-Gain-Korrekturwerte	S1x EEProm	Das Gerät funktioniert weiterhin mittels Standardwerten (d.h. w/o Benutzer-Gain).	Benutzer-Gain = 1
8	Prüfsummenfehler der Benutzer-Phasen-Korrekturwerte	S1x EEProm	Das Gerät funktioniert weiterhin mittels Standardwerten (d.h. w/o Benutzerphase).	Benutzer-Phase = 0
9	Vom Werk definierte Platinen-ID für Analog-digital Signal-Prozessor-Modul-Prüfsummenfehler.	A10 EEProm	Nimmt Standard-Analog-Digital-Signal-Prozessor-Modul an.	Modul -A10
10	Vom Werk definierte ID für Signaleingangsmodul-Prüfsummenfehler.	S1x EEProm	Nimmt Standard-Signaleingangsmodul an.	Modul -S10
11	Benutzerdefinierte Nenner für TDD-Messung-Prüfsummenfehler.	S1x EEProm	Nimmt Standard-TDD-Nenner an.	TDD Nenner = 5A Sekundär
12	DSP-Programmintegrität-Prüfsummenfehler.	A10 DSP Ram	Host löst Watchdog aus, Neubooten des Gerätes..	
13	DSP- Stapelspeicherüberlauf	A10 DSP Ram	Host löst Watchdog aus, Neubooten des Gerätes..	
14	Ungültiger oder fehlender Strom- und/oder Spannungsmaßstabfaktor.	H10 Flash File	Protokoll verwendet Standardmaßstabfaktor.	Maßstabfaktor = 1:1
15	Protokollkonfiguration ungültig.	H10 Flash File	M871 verwendet Standardprotokollkonfiguration	M871 Registersatz

LEERSEITE

1.9 Diagnosestatus-LED

Die Diagnose-LED ist eine Anzeige für die Kommunikationsaktivität am Modbusanschluss des M871. Die Diagnose-LED beinhaltet 2 Farben (rot/grün) und befindet sich in der Fronttafel nahe dem seriellen Anschluss. Die Diagnose-LED blinkt jedes Mal Rot, wenn das M871 Daten über den dazugehörigen Anschluss empfängt und Grün, wenn das M871 Daten über den dazugehörigen seriellen Anschluss sendet. Sollte die LED nicht ROT blinken, wenn eine Nachricht vom MASTER empfangen wird, das Netzwerk auf folgende Probleme prüfen:

1. Offene Kabelverbindung oder Kurzschluss
2. Defekte Kabelabschluß
3. Inkorrekte MODBUSADRESSE
4. Inkorrekte Polarität der Kabelverbindungen

1.10 Herzschlag-Zustandszähler (Heartbeat State Counter)

Das M871 bietet ein Herzschlag-Zustandszähler-Register (Heartbeat State Counter), mit dem der Benutzer die Zeit zwischen aufeinander folgenden Abfragen (polls) bestimmen kann. Dieser Zähler erhöht sich laut der Anzahl an Millisekunden, die seit der letzten Datenaktualisierung vergangen sind . Eine weitere Verwendung dieses Registers ist eine visuelle Anzeige für Datenänderungen, sie ermöglicht dem Benutzer bestimmter MMIs die Identifikation bestimmter Unterbrechungen in der Abfrage des Messgerätes. Der Heartbeat-Zustandszähler ist ein vollständiger 16-Bit-Zähler, der bei 65535 (65.535 Sekunden) liegt. Der Zähler startet bei Null während dem Einschalten und wird NICHT im nicht-flüchtigen Speicher gespeichert.

1.11 Messgerät-ID-Register (Meter)

M871 Messgeräte bieten ein "Meter-Typ-ID-Register (Messgerättyp-ID-Register)" für die Modellidentifikation (40055 für M871 Standardregistersatz). Dieses Register wird im Werk auf 402 für das M871 vorprogrammiert.

2. MODBUSPROTOKOLL

2.1 Einführung

Das MODBUS Protokoll ist ein offener Standard, der eine Befehlsantwort-Methode für die Kommunikation digitaler Informationen zwischen einem Master und Slave definiert. Die elektrische Verbindung zwischen Geräten ist als Bus bekannt. In MODBUS werden zwei Gerätetypen mit Bus-, Master- und Slavegerät verbunden. Ein Mastergerät stellt Befehle an Slaves aus. Ein Slavegerät, wie das M871, stellt Antworten an Masterbefehle aus, die an diese adressiert sind. Jeder Bus muss genau einen Master beinhalten und darf so viele Slaves beinhalten wie laut elektrischen Standard zulässig.

Alle Geräte an einem Bus müssen laut denselben elektrischen Standards betrieben werden (d.h. alle müssen RS-232C oder alle müssen RS-485 entsprechen). RS-232C Standards spezifizieren, dass nur zwei Geräte mit einem Bus verbunden sein dürfen (d.h. nur ein Slave ist zulässig). RS-485 Spezifikationen erlauben bis zu 32 Geräte (31 Slaves) an einem Bus.

Die MODBUS Protokollspezifikationen definieren zwei Arten von Übertragungsmodi: ASCII und RTU. Dieses Handbuch beschreibt nur den bekannteren Modus RTU. Nähere Informationen siehe Handbuch "MODICON MODBUS PROTOCOL REFERENCE GUIDE" (PI-MBUS-300) , es kann gegen eine geringe Gebühr direkt bei Modicon Inc. bezogen werden.

2.2 MODBUS RTU Message Framing (Nachrichtenrahmung)

Jede Nachricht von einem Master oder Slave besteht aus einem kontinuierlichen Strom an Zeichen. Ein Intervall von 3,5 Zeichen (3,5 * 11 Bit / 9600 Baud = 3,5 Millisekunden) oder mehr trennt diese Ströme. M871 Messgeräte implementieren diese Anforderung durch Warten für die Dauer eines Spaltes von 3,5 Zeichen zwischen den Zeichen. Ist der Strom gültig und an dieses Messgerät adressiert, antwortet das Messgerät wie folgt:

- Ausgangsschnittstellentreiber aktivieren (nur RS-485 Option)
- TX Verzögerungszeit (delay) warten (wenn konfiguriert)
- Antwort als kontinuierlichen Strom senden
- 3,5 Zeichen lang warten
- Ausgangsschnittstellentreiber deaktivieren (nur RS-485 Option)

2.3 MODBUS RTU Message Content (Nachrichteninhalt)

Der MODBUS RTU Nachrichtenstrom besteht aus einem Adressen-Byte, einem Funktionskode-Byte, einer Anzahl von Nachrichten-Bytes und zwei Check-Bytes. Der Adressen-Byte im Bereich von 1... 247 spezifiziert die Identität des Slavegeräts. Der Funktionskode-Byte in einem Master-Befehl gibt den durchzuführenden Betrieb des Slave an. Der Funktionskode-Byte in einer Slaveantwort ist derselbe Wert wie der Masterbefehl-Funktionskode, wenn kein Fehler auftritt, ansonsten wird 128 hinzugefügt. Die Message-Bytes in einem Befehl beinhalten zusätzliche Informationen für die Befehlsdurchführung. Message-Bytes in einer Antwort beinhalten die angefragten Daten, wenn kein Fehler aufgetreten ist, oder einen Ein-Byte-Ausnahmekode bei auftretenden Fehlern. Die Check-Bytes werden mittels CRC-16 Polynomgeneratorsequenz (x16 + x15 + x2 + 1) erzeugt, wobei der Rest auf alle 1's vor-initialisiert wird.

2.4 MODBUS Funktionskodes

M871 Messgeräte unterstützen gegenwärtig die Funktionskodes in der folgenden Tabelle. Beachten Sie bitte, dass die Werte in Hexadezimal (Basis 16) angegeben werden. Diese Tabelle gibt auch den Wert an, den ein Slave bei Fehler zurückgeben würde.

MODBUS Funktionskodes			
Master Funktions-kode	**Slave Fehler-kode**	**Name**	**Bedeutung**
03_{16}	83_{16}	Holding-Register lesen	Werte von Messwandler lesen
06_{16}	86_{16}	Preset Single Register	Verhältnis schreiben oder Energie/Bedarf zurücksetzen
10_{16}	90_{16}	Preset Multiple Register	Verhältnis schreiben oder Energie/Bedarf zurücksetzen

2.5 MODBUS Ausnahmekodes (Exception Codes)

M871 Messgeräte geben Ausnahmekodes unter bestimmten Bedingungen an den Master zurück. Alle Funktionskodes größer als 127 Dezimal ($7F_{16}$ oder 0x7F) geben eine Slavefehlerantwort an. Der Message-Byte gibt den Ausnahmekode laut folgender Tabelle an:

MODBUS Ausnahmekodes		
Kode	**Name**	**Bedeutung**
1	Unzulässige Funktion	Master-Befehl beinhaltete einen unerkannten Funktionskode.
2	Unzulässige Datenadresse	Startadresse unzulässig. Beachten Sie, dass einige Register nur das Lesen (read-only) und einige Lesen/Schreiben ermöglichen.
3	Unzulässiger Datenwert	Entweder ist die Registerzählung ungültig oder es wurde der Versuch festgestellt, einen unzulässigen Registerwert zu schreiben. Beachten Sie, dass dieser Kode durch den Versuch verursacht werden kann, außerhalb des letzten Messgerätregisters zu lesen.
4	Fehler des Slavegeräts	Messgerätfehler Sollte das Problem weiterhin bestehen, bitte den Kundenservice von Alstom Grid konsultieren.

2.6 Unterstützte MODBUS-Befehle

M871 Messgeräte unterstützen einen Lesebefehl und zwei Schreibbefehle. Alle Befehle benötigen eine Registeradresse, die im Befehl angegeben werden muss. Das erste Register, genannt 40001, ist eine hexadezimale Adresse 0x0000. Das Energy/Demand-Reset-Register (Energie/Bedarf-Reset-Register), genannt 40100, befindet sich bei der hexadezimalen Adresse 0x0063. In Befehlen und Antworten wird zuerst der wichtigste Byte eines 2-Byte-Wertes übertragen. Alle folgenden Beispiele verwenden die hexadezimalen Werte und eine Messgerätadresse 1.

2.6.1 Holding-Register lesen (Funktionskode 03)

Diese Funktion liest von Register 1 bis 125 vom M871 Messgerät. Der Befehl benötigt ein Startregister und die Anzahl der zu lesenden Register. Der Versuch, nicht vorhandene Register zu lesen, verursacht eine Ausnahme. Modbus-Lesebefehle sind auf maximal 125 Register pro Leseanfrage beschränkt, und einige Modicon PLC Masterblöcke (MSTR) sind auf maximal 100 Register pro Leseanfrage beschränkt. Das folgende Beispiel (M871 Registersatz) zeigt zwei gelesene Register: Volt A (Register 40008) und Volt B (40009).

BEFEHL - Funktionskode 03 (Holding-Register lesen)			
Byte	**Name**	**Beispiel**	**Anmerkungen**
1	Slave-Adresse	1	
2	Funktionscode	3	
3	Startadresse, hoch	0	Volt A bei Register 40008
4	Startadresse, niedrig	7	(40008-40001=07)
5	Registerzählung, hoch	0	
6	Registerzählung, niedrig	2	Insgesamt 2 Register lesen
7	CRC-16 niedrig	75	
8	CRC-16 hoch	CA	

ANTWORT - Funktionskode 03 (Holding-Register lesen)			
Byte	**Name**	**Beispiel**	**Anmerkungen**
1	Slave-Adresse	1	
2	Funktionskode	3	
3	Byte-Zählung	4	2 Register, jeweils 2 Byte
4	Daten hoch (40008)	66	Volt A = 6670 hex = 26224 Dezimal
5	Daten niedrig (40008)	70	
6	Daten hoch (40009)	66	Volt B = 6650 hex = 26192 Dezimal
7	Daten niedrig (40009)	50	
8	CRC-16 niedrig	CE	
9	CRC-16 hoch	FC	

2.6.2 Vorwahl Single Register (Funktionskode 06)

Diese Funktion schreibt in ein einzelnes Register. Ein Versuch, in ein READ-ONLY Register (nur lesen) zu schreiben, führt zu einer Ausnahmeantwort (exception response). Die Antwort auf einen gültigen (schreibbaren) Registerbefehl ist ein Echo des Befehls. Das folgende Beispiel zeigt die Einstellung des VA-Kalkulationstypbefehls (Schreiben von 2 zu Register 40054).

BEFEHL und ANTWORT - Funktionskode 06 (Vorwahl Single Register)			
Byte	**Name**	**Beispiel**	**Anmerkungen**
1	Slave-Adresse	1	
2	Funktionskode	6	
3	Startadresse, hoch	0	0035 hex = 53 Dezimal, um Register 40054 zu spezifizieren.
4	Startadresse, niedrig	53	
5	Daten hoch	0	
6	Daten niedrig	02	0002 = 2 Dezimal
7	CRC-16 niedrig	18	
8	CRC-16 hoch	05	

2.6.3 Vorwahl Multiple Register (Funktionskode 16)

Diese Funktion schreibt in ein oder mehrere aneinandergrenzende Register. Ein Versuch, in ein READ-ONLY Register (nur lesen) zu schreiben, führt zu einer Ausnahme (exception). Das folgende Beispiel zeigt die Einstellung des Volt-Maßstabfaktors (40056) auf 1000 und Volt-Maßstabfaktorteilers auf 1000.

BEFEHL - Funktionskode 16 (Vorwahl Multiple Register)			
Byte	**Name**	**Beispiel**	**Anmerkungen**
1	Slave-Adresse	1	
2	Funktionskode	10	10 hex = 16 Dezimal
3	Startadresse, hoch	0	0037 hex = 55 Dezimal
4	Startadresse, niedrig	37	um Register 40056 zu spezifizieren.
5	Registerzählung, hoch	0	Wir schreiben 2 Register. (40056 und 40057)
6	Registerzählung, niedrig	2	
7	Byte-Zählung	4	Zwei Register, 4 Byte
8	Daten hoch	3	Schreiben von 1000 zu Register 40056 : 03E8 = 1000 Dezimal
9	Daten niedrig	E8	
10	Daten hoch	0	Schreiben von 100 zu Register 40057 : 0064 = 100 Dezimal
11	Daten niedrig	64	
12	CRC-16 niedrig	30	
13	CRC-16 hoch	C6	

3. MODBUS ÜBER ETHERNET (TCP)

Wenn das M871 mit einem Ethernet-Modul (-P10, -P11, oder -P12, siehe Operatorhandbuch) ausgestattet ist, antwortet es auf Modbus-Befehle über TCP. Das M871 kann mit einem jeglichen durch Schneider Automation, Inc. zertifizierten Gerät zwecks Modbus über das Ethernet kommunizieren, so wie auch andere Geräte dies können. Das M871 kann simultan Modbus, DNP3 und UCA2 Protokolle über das Ethernet unterstützen.

Die Modbus/TCP-Schnittstelle ermöglicht bis zu 63 simultane Verbindungen zum M871. Es gibt keine Konfigurationsparameter. Ein TCP-Keep-Alive-Timer gewährleistet, dass Verbindungen 2 Stunden nach Kontaktverlust mit dem M871 beendet werden (auch bekannt als “backhoe disconnect”). Jegliche Geräte_ID (einschließlich Null) werden akzeptiert, da nur ein Gerät pro IP-Adresse vorhanden ist.

3.1 IP-Addressierung

Der TCP/IP-Stapel (stack) muss mit einer IP-Adresse, einer SUBNET-Maske und einer ROUTER (GATEWAY)-Adresse konfiguriert werden. Es ist sehr wichtig, dass das Netzwerk keine doppelten IP-Adressen besitzt. Die Konfiguration der Adresse kann mittels UCA erreicht werden, indem der M871 Konfigurator eingesetzt wird, oder über einen seriellen Anschluss an der Frontplatte mittels Terminalemulator wie z.B. HyperTerminal™ oder ProComm™.

Die Einheiten sind mit folgender IP-Adresse / Subnet-Maske / Gateway-Adresse vorkonfiguriert:

192.168.0,254 / 255.255.255.0 / 192.168.0,1

4. MODBUS DATEITRANSFER

Zum Zeitpunkt der Ausstellung dieses Dokuments gab es keinen Modbus-Dateitransferstandard. Alstom Grid hat einen internen Standard entwickelt, der die Kompatibilität unter allen Alstom Grid Produkten gewährleisten soll. Dieses Transferprotokoll nutzt fünf obere Seiten der Holding-Register der 40000 Serie für den Dateitransfer. Das M871 schreibt Datenblöcke in diese Register und der Modbus-Master liest die Blöcke aus diesen Seiten und rekonstruiert die Datei.

Die Holding-Register-Seiten der 40000 Serie werden wie folgt definiert:

Address	Funktion	Inhalte
FA00 zu FAFA	24 Wort lesen	Anfang (Header) lesen
FB00 zu FBFA	N Wörter lesen	N Wörter der Dateiparameter lesen
FC00 zu FCFA	N Wörter lesen	N Wörter der Dateiparameter erneut lesen
FD00 zu FDFA	N Wörter lesen	N Wörter der Dateidaten lesen
FE00 zu FEFA	N Wörter lesen	N Wörter der Dateidaten erneut lesen

Das Transferprotokoll bietet drei Arten von Dateitransfer. Dateianfang (file header), Dateiparameter und Dateidaten. Das Transferprotokoll bietet ein Mittel zum erneuten Lesen des letzten Blocks der Dateiparameter und Dateidaten für den Fall, dass ein Fehler während dem Transfer auftritt. Der Dateianfang beinhaltet 24 Wörter und wird nicht durch neue Daten nach dem Lesen aktualisiert. Sollte ein Fehler beim Lesen des Dateianfangs auftreten, kann der Dateianfang einfach erneut gelesen werden. Die Dateiparameter- und Dateianfangsblöcke werden mit dem neuen Datenblock aktualisiert, nachdem sie gelesen wurden. Sollte ein Fehler während dem Lesen eines Blocks der Dateiparameter oder Dateidaten auftreten, können die Daten erneut gelesen werden, indem die entsprechende Seite des entsprechenden Datentyps erneut angefragt wird.

4.1 Spezifikationen

Das Dateianfangsformat und die M871's Anfangswerte werden wie folgt spezifiziert:

Wort	Parameter	M871 Wert
1	Transfertyp	0
2-3	# Bytes im Parameterfeld	26
4-5	# Bytes im Parameterfeld	Größe der Dateiparameter (in Bytes) erneut
7-8	Produktreferenz	M870 (4 ASCII Bytes)
9	Übertragungsproduktversion	1
10-13	Produktseriennummer	00xxxxxx (8 ASCII Bytes)
14	Transfertyp (laut Produkt)	4 - ZIP Datei (d.h. WVxxx.zip) 5 - Modbus Dateiverzeichnis 6 - DAT Datei (d.h. TR1.dat) 7 - CFG Datei (d.h. TR1.cfg)
15-18	Erstes Element Zeitmarkierung (Tag)	0 (Format nicht unterstützt)
19-24	reserviert	0

Der Alstom Grid Modbus-Standard spezifiziert nicht einen Satz von Dateiparametern. Laut Spezifikation wird der Satz an Dateiparametern verwendet, um die übertragene Datei auf Applikationsebene zu dekodieren. Die M871 Parameter lauten wie folgt:

Wort	Parameter	Beschreibung
1	Dateinummer	Jede Datei ist einer einzigartigen Dateinummer zugewiesen.
2-7	Dateiname	Dateiname im DOS-Format
8-9	Dateigröße	Größe der Dateiparameter (in Bytes) erneut
10	Dateidatum	MSB - Monat (1-12) LSB – Tag (1-31)
11	Dateijahr	Jahr (xxxx)
12	Dateizeit	MSB – Monat (1-24) LSB – Minute (0-59)
13	Dateistatus	0 – zuvor heruntergeladen 1 – noch nicht herunter- geladen

Bitte beachten, dass der Dateistatus nur den Downloadstatus der Datei hinsichtlich Modbus-Master reflektiert (nicht, ob die Datei durch andere Master z.B. DNP, Zmodem, FTP oder UCA heruntergeladen wurde).

4.2 Alstom Grid Standard

Der Alstom Grid Modbus-Standard spezifiziert, dass der Dateitransfer wie folgt funktioniert:

1. Die Modbus-Masters fragen Modbus-IEDs über einen Befehl "Fast Reading Byte" (Modbus 07-Read Exception Status) ab, um zu bestimmen, ob eine Datei zwecks Download zur Verfügung steht. Stellt der IED eine Datei zur Verfügung (nicht nicht heruntergeladen), setzt der IED den dazugehörigen Bit in der "Fast Reading Byte" Antwort.
2. Modbus-Masters erkennen den Bit in der "Fast Reading Byte" Antwort und lesen den Dateianfang (Adresse 0xFA00) von der Modbus IED.
3. Der Modbus-Master bestimmt die Parameterfeldgröße und Dateidatengröße von den Daten, die im Dateianfang zurückgegeben werden.
4. Der Modbus-Master liest das Parameterfeld durch Anfrage der entsprechenden Nummer der Blöcke und Bytes von der Dateiparameterseite (Adresse 0xFB00) des Modbus IED.
5. Der Modbus-Master liest dann die Datei durch Anfrage der entsprechenden Nummer der Blöcke und Bytes von der Dateidatenseite (Adresse 0xFD00) des Modbus IED.
6. Sollte während dem Transfer jeglicher Blöcke ein Fehler auftreten, kann der Master erneut den schlechten Block durch Lesen von den Adressen 0xFC00 und 0xFE00 lesen (die wiederholten Dateiparameter- und Dateidatenseiten).
7. Nachdem der Modbus-Master den letzten Dateidatenblock empfangen hat, sendet der Master den Befehl DO ACK (Modbus 05-Force Single Coil (Gezwungene Einzelspule)) an den Modbus IED zur Bestätigung des beendeten Transfers.
8. Nach Erhalt von DO ACK löscht der Modbus IED die übertragene Datei aus

seinem Speicher.

4.2.1 Alstom Grid Kompatibilitätsmodus

Das M871 kann für den Betrieb im “Alstom Grid Kompatibilitätsmodus" konfiguriert werden, um den Alstom Grid Modbus-Dateitransferstandard zu erfüllen. Das Antwortverfahren wird untenstehend beschrieben.

1. Das M871 antwortet auf den Befehl "Fast Reading Byte" (Modbus 07-Read Exception Status) mit Bit 4 Clear, wenn keine Kurvenformerfassungsdateien (waveform capture files) verfügbar sind. Das Gerät wird auf Bit 4 (b4 – Gegenwart einer Störungsaufzeichnung nicht extrahiert) gesetzt, wenn eine neue Aufzeichnung erstellt wurde.

2. Das M871 antwortet mit den Dateianfangsdaten und öffnet die neue Schreiberdatei zwecks Lesen.

3. Das M871 bereitet den ersten Block (Seite) von Parameterfeld und Datenfeld vor.

4. Das M871 sendet die Dateiparameter.

5. Das M871 sendet die Dateidaten.

6. Das M871 sendet jegliche angefragte Blöcke erneut.

7. Seitdem das M871 keine Spulen besitzt, interpretiert es jeglichen Modbus-Befehl "–05 Force Single Coil" als Befehl DO ACK.

8. Das M871 antwortet auf den Befehl DO ACK und schließt und löscht schließlich die neu erstellte Aufzeichnungsdatei.

Das M871 kann mit verschiedenen Masters gleichzeitig mittels verschiedener Protokolle kommunizieren. Das M871 kann Kurvenform-, Stör- und Trendschreiberdateien speichern. Einige Anwendungen benötigen, dass multiple Masters Zugang zu diesen Dateien als auch anderen Daten haben, die durch das M871 erzeugt wurden. Zur Unterbringung dieser verschiedenen Anwendungen kann der M871 Modbus-Dateitransfer konfiguriert werden, um in verschiedenen Modi zu funktionieren. Der zuvor beschriebene “Alstom Grid Komptibilitätsmodus” ist ein solcher Modus.

4.3 Basis-Dateitransfer

Der Modbus-Master MUSS zuerst den Dateianfang vom M871 vor Übertragung einer Datei lesen. Das Lesen des Dateianfangs dient zwei Hauptzwecken:

1. Es informiert den Modbus-Master von der zu übertragenden Dateigröße.

2. Das M871 wird aufgefordert, die spezifizierte Datei zu öffnen.

Findet gegenwärtig eine Dateiübertragung am spezifizierten M871-Anschluss statt, antwortet das Gerät mit Modbus "*Device Busy* (Gerät besetzt)". Sollte die spezifizierte Datei nicht vorhanden sein, antwortet das M871 mit "*Illegal Data Exception* (Unzulässige Datenausnahme)". Sollte die spezifizierte Datei vorhanden sein, das M871 diese aber gegenwärtig nicht öffnen können, antwortet es mit Modbus "*Device Busy*".

Als nächstes besitzt der Modbus-Master die Option, den Parameteranfang zu lesen. Der Parameteranfang muss nicht vom Modbus-Master gelesen werden. Der Parameteranfang beinhaltet Informationen, die der Modbus-Master benötigen könnte.

Der Modbus-Master startet dann den tatsächlichen Dateitransfer. Der Modbus-Master liest die erforderliche Nummer der Transferblöcke (von der Dateigröße bestimmt) vom M871. Jeder Dateitransferblock beinhaltet bis zu 250 Bytes der Datei. Die Blöcke werden sequentiell durch Lesen der Modbus-Adresse 0xFD00 übertragen. Nachdem das M871 einen Datenblock gesendet hat, schreitet es automatisch zum nächsten Datenblock voran. Das M871 sendet den letzten Datenblock erneut, wenn die Modbus-Adresse 0xFE00 gelesen wurde.

Nachdem der Modbus-Master die gesamte Datei empfangen hat, wird empfohlen, dass der Master einen Modbus-Befehl "*Force Single Coil* " zur Empfangsbestätigung der Datei sendet. Wenn das M871 den Befehl "*Force Single Coil* " empfängt, wird die Datei geschlossen. Wenn das M871 keinen Befehl "*Force Single Coil* " empfängt, bleibt die Datei geöffnet, bis der konfigurierte Timeout (Timeout des neuen Blocks) abgelaufen ist.

HINWEIS:
1- Der Modbus-Befehl "*Read Holding Register* " fragt 16-Bit-Register an. Sollte die Dateigröße eine ungerade Anzahl von Bytes besitzen, lautet der zusätzlich gesendete Byte immer Null. Es ist die Verantwortung des Modbus-Master, den letzten Byte abzustreifen (strip off), bevor die Datei wiederhergestellt wird.
2- Das Lesen des Dateianfangs öffnet automatisch diese Datei am entsprechenden M871 Modbus-Anschluss. Diese Datei bleibt offen, bis eine Dateitransferempfangs-bestätigung (*Force Single Coil*) erhalten wurde oder der "Timeout des neuen Blocks" abgelaufen ist. Es kann nur eine Datei zur selben Zeit an einem M871 Modbus-Anschluss geöffnet werden.
3- Die Auswahl der zu übertragenden Datei wird später in diesem Dokument beschrieben.

4.4 Dateitransfer-Konfiguration

Die Modbus-Dateitransferkonfiguration besteht aus drei Parametern, dem Register *"Select File*", "*Delete File*" und dem "*New Block Timeout*". Wie zuvor erwähnt, kann das M871 verschiedene Schreiberdateien erzeugen. Die Registereinstellungen "Select File" ermöglichen dem M871 die automatische Auswahl der ältesten Datei für den Download oder ermöglichen dem Benutzer die manuelle Auswahl, welche Datei für den Download gewählt wird. Die Registereinstellungen "Delete File" ermöglichen dem M871 das automatische Löschen der Datei nach dem Senden, oder ermöglichen dem Benutzer die manuelle Auswahl, welche Datei gelöscht werden soll. Die Parameter "New Block Timeout" spezifizieren die Wartezeit bei angehaltenem Dateitransfer, bevor die Datei geschlossen und der Transfer abgebrochen wird.

4.4.1 Modbus-Dateisystem

Das M871 speichert und erzeugt verschiedene Dateien, die über Modbus zugänglich sind. Diese Dateien beinhalten Schreiberdateien und ein Modbus-Verzeichnis, das eine Liste von Modbus-Dateien beinhaltet. Beim Einschalten weist das M871 jeder Modbus-Datei eine eindeutige Dateinummer zu. Die Verknüpfung zwischen Modbus-Dateinamen und Modbus-Dateinummern bleibt konstant, bis das M871 erneut gestartet (Booten) wird. Die Dateinummern, die mit der Modbus-Verzeichnisdatei und –Protokolldatei verknüpft sind, verbleiben konstant.

4.4.2 Modbus-Verzeichnis

Die Modbus-Verzeichnisdatei (DIR) ist eine ASCII-Textdatei, die eine Liste aller Modbus-Dateien zusammen mit deren dazugehörigen Dateiparameterinformationen beinhaltet.

Datei#	Dateiname	Dateigröße	Dateidatum	Dateizeit	Dateistatus
0	DIR				
1	NEXTFILE				
2	TR1.CFG	7877	11-27-2001	16:14	0
3	TR2.DAT	7052	11-27-2001	16:14	0
4	WV001.ZIP	104,576	10-15-2001	08:10	0
5	WV002.ZIP	104,488	10-15-2001	15:09	0
6	WV003.ZIP	104,790	11-08-2001	06:19	0

Das Modbus-Verzeichnis beinhaltet immer mindestens vier Dateien (Datei# 0 bis File# 3). Diese Dateien beinhalten die Dateien DIR (das Verzeichnis (directory) selbst), NEXTFILE (automatisiert), TR1.CFG (Trend-Schreiber-Konfiguration) und TR1.DAT (Trend-Schreiberdaten).

Sollten zusätzliche Dateien über Modbus zugänglich sein, erscheinen sie nach den vier oben aufgelisteten Dateien. Diese Dateien sind Schreiber-ZIP-Dateien und besitzen Dateinummern größer als "3".

4.4.3 Downloads

4.4.3.1 Manuelle Dateiauswahl

Wenn ein Modbus-Master einen Dateianfang vom M871 anfragt, prüft das Gerät die Dateinummer, die im Register "Select File" gespeichert ist und liefert den Dateianfang für die Modbus-Datei mit passender Dateinummer. Wie zuvor erwähnt, kann die Dateinummer für jede Modbus-Datei mittels Download und Betrachten der Modbus-DIR-Datei bestimmt werden.

Manuelle Auswahl der Datei für den Download:

1. Schreiben Sie eine ‘0’ in das Register "*Select File*", um die DIR-Datei auszuwählen.
2. Die DIR-Datei übertragen.
3. Die DIR betrachten und die Dateinummer für den Download bestimmen.
4. Schreiben Sie die Dateinummer in das Register "*Select File*".
5. Die Datei übertragen.

4.4.3.2 Automatische Dateiauswahl

Das M871 reserviert Dateinummer "1" als NEXTFILE in seinem Modbus-Verzeichnis. Wenn eine "1" in das Register "Select File" geschrieben ist, wählt das M871 automatisch die älteste noch nicht über den Modbus übertragene Datei. Das M871 wählt nur (Schreiber)dateien vom Typ "Event" automatisch aus. Die Trendschreiberdatei ändert sich kontinuierlich und wird niemals automatisch gewählt.

Für die automatische Dateiauswahl des M871 zwecks Download folgendes durchführen:

1. Schreiben Sie eine ‘1’ in das Register "*Select File*", um die Datei NEXTFILE auszuwählen.
2. Die Datei übertragen.

Sollten keine neuen Dateien vorhanden sein und ein Modbus-Master einen Dateianfang mit NEXTFILE (‘1’) im Register "*Select File*" anfragen, gibt das M871 einen Dateianfang mit Dateigröße auf 0 gesetzt zurück. Sollte eine neue Datei vorhanden sein, gibt das M871 einen Dateianfang mit Dateigröße auf die korrekte Größe der Datei gesetzt, die es gewählt hat. Wenn der Parameteranfang für die gewählte Datei gesendet ist, beinhaltet dieser alle korrekten Parameter (Dateiname, Dateinummer usw.).

Modbus-Masters können die Verfügbarkeit einer neuen Datei wie folgt bestimmen; durch Anfrage eines Dateianfangs mit Register "*Select File"* auf NEXTFILE (‘1’) gesetzt and Prüfung, ob die Dateigröße Ungleich-Null ist. Dies ist nicht empfehlenswert, da es einfacher und schneller ist, den "Fast Reading Byte" abzurufen.

4.4.4 Löschen einer Datei

4.4.4.1 Manuelles Löschen einer Datei

Das M871 ermöglicht Modbus-Masters das manuelle Löschen einer Datei durch Schreiben der Dateinummer zum Register "*Delete File*".

Manuelles Löschen einer Datei:

1. Schreiben Sie eine ‘0’ in das Register "*Select File*", um die DIR-Datei auszuwählen.
2. Die DIR-Datei übertragen.
3. Die DIR-Datei betrachten und die Dateinummer der Datei bestimmen, die gelöscht werden soll.
4. Schreiben Sie die Dateinummer in das Register "*Delete File*".

4.4.4.2 Automatisches Löschen einer Datei

Das M871 kann so konfiguriert werden, dass es automatisch eine Datei löscht, nachdem die Datei zu einem Modbus-Master übertragen wurde. Zur Auswahl des automatischen Löschens die NEXTFILE Dateinummer (‘1’) in das Register "*Delete File"* schreiben, oder den M871 Konfigurator verwenden, um das Register "*Delete File"* auf ‘1’ zu setzen. Das M871 löscht die übertragene Datei nicht, bis der Modbus-Master den Transfer mit dem Befehl DO ACK (Modbus 05-Force Single Coil) bestätigt hat.

4.5 Dateitransfer-Konfigurationsmodi

Es gibt verschiedene Konfigurationsmodi für den M871 Modbus-Dateitransfer; alle fallen unter zwei unterschiedliche Konfigurationsebenen: nicht-flüchtige "run-time" Konfiguration, und flüchtige "on-the-fly" Konfiguration.

Das M871 besitzt einen wählbaren Modbus-Registersatz. Die Ausschließung der Register "Select File" und "Delete File" aus dem konfigurierten Modbus-Register hindert Modbus-Masters an der Änderung des Dateitransfermodus. Dies würde sicherstellen, dass das M871 immer im selben Modbus-Dateitransfermodus arbeitet. Die einzige Möglichkeit, den Modbus-Dateitransfermodus zu ändern, ist der Einsatz des M871 Konfigurators und das Neustarten (Booten) des Gerätes.

Die Register "*Select File*" und "*Delete File*" können jeweils unabhängig zum konfigurierten Modbus-Registersatz hinzugefügt werden. Durch Hinzufügen des Registers "Select File" und Ausschließen des Registers "Delete File" besäßen die Modbus-Masters die Fähigkeit, manuell Dateien für den Transfer auszuwählen, könnten aber Dateien nicht löschen.

Beide Registermoduseinstellungen, "*Select File*" und "*Delete File*", werden im nicht-flüchtigen Speicher (über INI-Dateien) gespeichert. Sollten die Register "*Select File*" und "*Delete File*" zugänglich zu Modbus-Masters sein, können die Modbus-Masters die nicht-flüchtigen Einstellungen der Register "*Select File*" und "*Delete File*" ändern. Sollten die Register "*Select File*" und "*Delete File*" nicht zum Modbus-Masters zugänglich sein (nicht im Modbus-Registersatz konfiguriert), kann die nicht-flüchtige Konfiguration nur mit dem M871 Konfiguratorprogramm geändert werden. Die nicht-flüchtige Speicherung der Register "*Select File*" und "*Delete File*" gewährleistet, dass das M871 immer zum selben Modbus-Dateitransfermodus nach Neustart zurückkehrt.

4.5.1 Alstom Grid Modus

Im "Alstom Grid Modus" werden neue Dateien für den Transfer automatisch gewählt und nach Bestätigung des Transfers vom Master automatisch gelöscht. Für die Konfiguration des M871 für den Betrieb im Alstom Grid Modus den M871 Konfigurator für folgendes verwenden:

1. Setzen Sie das Register "*Select File*" auf ‘1’ (NEXTFILE).
2. Setzen Sie das Register "*Delete File*" auf ‘1’ (NEXTFILE).
3. Stellen Sie sicher, dass das Register "Select File" NICHT eines der konfigurierten Modbus-Register ist.
4. Stellen Sie sicher, dass das Register "Delete File" NICHT eines der konfigurierten Modbus-Register ist.

4.5.2 Alstom Grid Modus – Automatisches Löschen Deaktiviert

Dieses Modus ist identisch zum Alstom Grid Standardmodus, außer, dass übertragene Dateien nicht automatisch nach dem Transfer gelöscht werden.

1. Setzen Sie das Register "*Select File*" auf ‘1’ (NEXTFILE).
2. Setzen Sie das Register "*Delete File*" auf ‘0’.
3. Stellen Sie sicher, dass das Register "Select File" NICHT eines der konfigurierten Modbus-Register ist.
4. Stellen Sie sicher, dass das Register "Delete File" NICHT eines der konfigurierten Modbus-Register ist.

4.5.3 Manueller Dateitransfermodus – Löschen Deaktiviert

Dieser Modus ermöglicht Modbus-Masters den Download eines Verzeichnisses und die manuelle Auswahl einer Datei für den Transfer. Dateien können auch automatisch durch Schreiben einer ‘1’ (NEXTFILE wählen) in das Register "*Select File*" gewählt werden. Modbus-Masters können in diesem Modus keine Dateien löschen.

1. Setzen Sie das Register "*Select File*" auf ‘0’.
2. Setzen Sie das Register "*Delete File*" auf ‘0’.
3. Stellen Sie sicher, dass das Register "Select File" EINES der konfigurierten Modbus-Register ist.
4. Stellen Sie sicher, dass das Register "Delete File" NICHT eines der konfigurierten Modbus-Register ist.

4.5.4 Manueller Dateitransfermodus – Automatisches Löschen

Dieser Modus ermöglicht Modbus-Masters den Download eines Verzeichnisses und die manuelle Auswahl einer Datei für den Transfer. Dateien können auch automatisch durch Schreiben einer ‘1’ (NEXTFILE wählen) in das Register "*Select File*" gewählt werden. Das M871 löscht automatisch Dateien, nachdem die Datei übertragen und eine Bestätigung vom Modbus-Master empfangen wurde. Modbus-Masters können in diesem Modus keine Dateien manuell löschen.

1. Setzen Sie das Register "*Select File*" auf ‘0’.
2. Setzen Sie das Register "*Delete File*" auf ‘1’.
3. Stellen Sie sicher, dass das Register "Select File" EINES der konfigurierten Modbus-Register ist.
4. Stellen Sie sicher, dass das Register "Delete File" NICHT eines der konfigurierten Modbus-Register ist.

4.5.5 Manueller Dateitransfer und Löschen-Modus

Dieser Modus ermöglicht Modbus-Masters den wählbaren Transfer und das Löschen aller Modbus-Dateien.

1. Setzen Sie das Register "*Select File*" auf ‘0’.
2. Setzen Sie das Register "*Delete File*" auf ‘0’.
3. Stellen Sie sicher, dass das Register "Select File" EINES der konfigurierten Modbus-Register ist.
4. Stellen Sie sicher, dass das Register "Delete File" EINES der konfigurierten Modbus-Register ist.

Alstom Grid

© - ALSTOM 2011. ALSTOM, the ALSTOM logo and any alternative version thereof are trademarks and service marks of ALSTOM. The other names mentioned, registered or not, are the property of their respective companies. The technical and other data contained in this document is provided for information only. Neither ALSTOM, its officers or employees accept responsibility for, or should be taken as making any representation or warranty (whether express or implied), as to the accuracy or completeness of such data or the achievement of any projected performance criteria where these are indicated. ALSTOM reserves the right to revise or change this data at any time without further notice.

Alstom Grid Worldwide Contact Centre

www.alstom.com/grid/contactcentre/

Tel: +44 (0) 1785 250 070

www.alstom.com

GRID ALSTOM